

Text: Patent/Publication No.: JP2000332787



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-332787

(P2000-332787A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/28

12/56

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

テーマコード(参考)

G 5 K 0 3 0

1 0 2 E

1 0 2 A

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平11-141164

(22) 出願日

平成11年5月21日 (1999. 5. 21)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 上月 清司

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 相本 毅

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

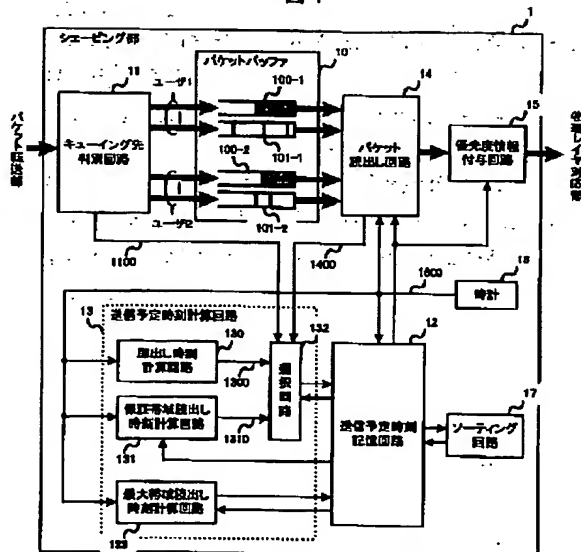
(54) 【発明の名称】 バケット中継装置及びバケット優先度設定方法

(57) 【要約】

【課題】 通信路帯域を有効に利用するシェーピング装置を提供する。

【解決手段】 高優先度バケット用のキュー100と低優先度バケット用のキュー101を設け、優先キュー100からバケットを送信すべき時刻になっているのに関わらず優先キューに送信待ちバケットがない場合に、読出された非優先キュー101の送信待ちバケットに対して高優先度を与えて送信する。

図 1



→ : バケットの流れ
→ : 番号番号の流れ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】パケット転送網に接続されており、受信パケットのヘッダに記述してある宛先情報を参照して送信先を決定するパケット転送部と、接続されている回線の種別に対応した回線対応部を備えたパケット中継装置において、回線対応部内のトラヒックシェーピング部に、該回線対応部がパケット転送部から受信し保証帯域内で送信されるパケットが蓄積される出力相手先毎の優先キューと、該回線対応部がパケット転送部から受信し保証帯域外の帯域で送信されるパケットが蓄積される出力相手先毎の非優先キューと、該回線対応部がパケット転送部から受信したパケットのヘッダに記述してあるユーザ情報および優先度に関する情報を参照して優先度を判別し、出力相手先毎の優先キューか、非優先キューのいずれかにキューイングする機能を備えたキューイング先判別回路と、該キュー毎の送信待ち先頭パケットの送信予定時刻を計算する送信予定時刻計算回路と、送信予定時刻計算回路で計算された該キュー毎の送信予定時刻および最優先で送信すべきキューの送信予定時刻を記憶しておく送信予定時刻記憶回路と、前記送信予定時刻記憶回路に記憶されているキュー毎の送信予定時刻を参照して最優先で送信すべきキューを選び出すソーティング回路と、送信予定時刻記憶回路に記憶されている送信予定時刻に従ってキューからパケットを讀出して該回線対応部が接続されている回線に向けて送信するパケット讀出し回路と、前記パケット讀出し回路によって讀出されたパケットのヘッダの優先度に関する情報を書込む優先度情報付与回路を備えたことを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 2】請求項 1 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の優先キューが同一出力相手先に対して複数個存在し、複数個のキューの間に優先順位を設け、送信待ちパケットが存在するキューの内、最も優先順位の高いキューからパケットを讀出して送信することを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 3】請求項 1 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の非優先キューが同一出力相手先に対して複数個存在し、複数個のキューの間に優先順位を設け、送信待ちパケットが存在するキューの内、最も優先順位の高いキューからパケットを讀出して送信することを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 4】請求項 1 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の請求項 1 記載の非優先キューが同一出力相手先に対して複数個存在し、複数個のキューの間に優先順位を設け、送信待ちパケットが存在するキューの内、最も優先順位の高いキューからパケットを讀出して送信し、パケットを讀出したキューの優先順位を最下位優先順位に修正することを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 5】請求項 1 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の送信予定時刻計算回路が、パケット

を連続して読出すような送信予定時刻を計算する回路と、保証帯域を守るような送信予定時刻を計算する回路を備え、更に送信予定時刻として二つの計算結果のうちいずれかを選択するための選択回路を備えたことを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 6】請求項 5 記載のパケット中継装置において、請求項 5 記載の選択回路が、請求項 1 記載の回線対応部がパケットを受信したときには、請求項 6 記載のパケットを連続して読出すような送信予定時刻計算回路の計算結果を選択し、請求項 1 記載の回線対応部が請求項 1 記載の優先キューからパケットを送信したときには、請求項 6 記載の保証帯域を守るような送信予定時刻を計算する回路の計算結果を選択し、請求項 1 記載の回線対応部が請求項 1 記載の非優先キューからパケットを送信したときには、請求項 6 記載のパケットを連続して読出すような送信予定時刻計算回路の計算結果を選択する機能を備えたことを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 7】請求項 6 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の優先キューに予め閾値を設定しておき、該キューに蓄積されているパケット数が前記閾値を超えていない場合には、請求項 6 記載の選択回路が保証帯域を守るような送信予定時刻を計算する回路の計算結果を選択し、該キューに蓄積されているパケット数が前記閾値を超えている場合には、請求項 6 記載の選択回路がパケットを連続して読出すような送信予定時刻を計算する回路の計算結果を選択することを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 8】請求項 1 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の優先度情報付与回路が、請求項 1 記載のパケット讀出し回路が請求項 1 記載の優先キューからパケットを讀出した場合には高優先度を示す優先度情報を讀出したパケットのヘッダ部に書込み、請求項 1 記載のパケット讀出し回路が請求項 1 記載の非優先キューからパケットを讀出した場合には低優先度を示す優先度情報を讀出したパケットのヘッダ部に書込むことを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 9】請求項 1 記載のパケット中継装置において、請求項 1 記載の優先度情報付与回路が、請求項 1 記載の優先キューに対する送信予定時刻に該優先キューに送信待ちパケットが存在しない非優先キューからパケットを送信するときに、高優先度を示す優先度情報を讀出したパケットのヘッダ部に書込むことを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 10】請求項 8 記載のパケット中継装置において、請求項 8 記載の優先度情報として、IP パケットのヘッダ内の TOS 領域の値を変化させることを特徴とするパケット中継装置。

【請求項 11】請求項 8 記載のパケット中継装置において、請求項 8 記載の優先度情報として、ATM セルのヘッダ内の CLP ビットの値を変化させることを特徴とす

るパケット中継装置。

【請求項12】ユーザ毎に高優先度パケットを蓄積するためのキュー（以下、優先キュー）と低優先度パケットを蓄積するためのキュー（以下、非優先キュー）を有するシェーピング部を備えるパケット中継装置。

【請求項13】請求項12において、優先キューに蓄積されている送信待ちパケットの先頭パケットの送信予定時刻を保証帯域を守る様に設定し、非優先キューに蓄積されている送信待ちパケットの先頭パケットの送信予定時刻をすぐに送信される時刻に設定し、優先キュー／非優先キューを含めた送信帯域（最大契約帯域）に対応する送信予定時刻を設定するための送信予定時刻計算回路をさらに備えるパケット中継装置。

【請求項14】請求項13において、優先キューから読出されたパケットには高優先度を与え、非優先キューから読出されたパケットには低優先度を与える優先度情報付与回路をさらに備えるパケット中継装置。

【請求項15】請求項14において、上記送信予定時刻計算回路は、優先キューの送信予定時刻を計算する際に、優先キューのキュー長（蓄積パケット数）を参照し、一定量以上のパケットが蓄積されている場合には保証帯域を守らずにすぐに送信される時刻を送信予定時刻として設定するパケット中継装置。

【請求項16】優先キューからパケットを送信すべき時刻になっているのに関わらず優先キューに送信待ちパケットがない場合に、読出された非優先キューの送信待ちパケットに対して高優先度を与えるパケット優先度設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パケット転送網に接続されるパケット中継装置に関し、更に詳しくはパケット中継装置内のトラフィックシェーピング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】インターネット等のネットワークにおけるパケット転送では、ユーザは、情報系列を数十バイト～数万バイト程度の長さのデータ列（ペイロード）に分割し、通信プロトコル毎に決められているフォーマットに従って宛先情報や制御情報（ヘッダ）を付加したパケットを用いて情報を転送する。パケットの長さはプロトコル毎に異なり、IP（Internet Protocol）の様にパケット毎に可変長のものと、ATM（Asynchronous Transfer Mode）の様に固定長のものがある。

【0003】近年、公衆パケット網において安価なサービスが適用されるようになり、複数の私設網を公衆パケット網を介して接続した仮想私設網（Virtual Private Network：VPN）が注目されている。図2に公衆網を介した企業ネットワークの接続図を示す。図2において、私設網A41と私設網B42は公衆網40を介して

接続されている。一般に、公衆網を介して通信を行う場合、ユーザはパケット転送前に公衆網の管理者との間に、送信帯域やパケット転送の優先度に関する契約を行う。ユーザ・公衆網管理者間の契約が成立し、端末が公衆網に向けてパケットを転送し始めると、公衆網の入口に位置している中継装置402で端末の送信帯域を監視し、契約内容に違反している端末のパケットの優先度を下げたり、あるいは違反パケットを廃棄したりする。この公衆網側の監視機能をUPC（UsageParameter Control）という。通信途中でパケットが廃棄されても、通常は受信端末でパケット廃棄が生じたことを認識して送信端末に向けてパケット再送要求が出され、送信端末がパケットを再送する機能を備えているので、最終的な情報の欠落はないが、転送遅延が非常に大きくなってしまふことや、再送パケットによって網が輻輳（込み合うこと）する原因にもなるために、パケット廃棄は生じないことが望ましい。そこで、公衆網に向けてパケットを送信している中継装置401では、公衆網のUPCによってパケットが廃棄されない様に送信帯域を制御してパケットを送信することが必要となる。このパケット送信帯域を制御する機能をトラフィックシェーピング機能、あるいは単にシェーピング機能という。シェーピング機能を実現するためのシェーピング装置は、上述の様な、公衆網に直接接続されている中継装置の他に、ユーザの送信端末や、あるいは私設網へ向けパケットを送信する公衆網の出口部分に必要な場合もある。

【0004】公衆網がユーザに提供するサービス、すなわちユーザ・公衆網管理者間の契約は、公衆網内に常時一定の帯域を確保してからパケットを転送する契約と、公衆網ATM内の帯域を確保せずにパケットを転送するベストエフォート系の契約に大別される。前者は、公衆網内で他のユーザのトラフィック量の影響を受けずに常に一定の帯域でパケットを転送できるため、音声等の転送に適している。後者は、他のユーザのトラフィック量によっては、転送遅延が大きくなったり、あるいは網内でパケットが廃棄されることもあるが、一般に固定帯域契約よりも安価であり、FTP（File Transfer Protocol）や電子メール等のバースト的（突発的）なデータ系トラフィックの転送に用いられている。最近では、ベストエフォート系の契約ながら公衆網が混雑しているときでも一定帯域を保証するクラスが提案されている（ATMでは、GFR（Guaranteed Frame Rate）と呼ばれている）。このクラスでは、パケット転送前に最低保証帯域と最大転送帯域を契約し、公衆網内が混雑していないときには最大転送帯域でパケットを転送し、網が混雑してきた場合でも最低保証帯域分は必ず転送される。

【0005】シェーピング装置の実現方法に関しては、例えば、特開平9-307566号公報“トラフィックシェーピング装置”（従来技術1）に述べられている。従来技術1はATMに関して記述されている。従来技術1では、

シェーピングを行いたい契約単位（例えば、V C (Virtual Connection)）毎にキューを備え、セル（一般に、A T Mで用いる固定長パケットを特に“セル”と称する）送信時に送信したV Cの次のセルを送信することができる時刻（以下、送信予定時刻）を計算し、それを二分木構造を用いて記憶している。すなわち、二分木の底辺は各V Cの送信予定時刻が記憶されており、送信予定時刻が早い（時間的に過去にあるもの）時刻のV Cが勝ち上がっていき、最終的に最も送信予定時刻が早いV Cが選出される。従って、二分木の頂点には最も優先して送信されるべきV Cの送信予定時刻（底辺にある値の一つ）が記憶されている。送信予定時刻の計算およびソーティングは、セル送信時の他に、送信待ちセルがない状態でセルを受信したときにも行なわれる。これにより、前回セル送信時のソーティング結果（二分木構造）を利用してソーティングを行うことができるため、log (V C数)のオーダの処理時間で最優先に送信すべきV Cを選出することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】通常、通信路に送信されているパケットの中には、重要なパケットとさほど重要でないパケットが混在している。ここで、重要なパケットとは、telnet等の低遅延転送が要求されるトラヒックのパケットであり、さほど重要でないパケットとは、電子メールの様な遅延が大きくなっても影響が少ないトラヒックのパケットのことである。この様に重要なパケットとさほど重要でないパケットが混在している場合には、網が輻輳しているときにも重要なパケットを優先して先に送信する優先制御を行うことが重要となる。そこで、通常パケットのヘッダ部分には、そのパケットの優先度を示すフィールドが準備されている。例えば、I Pパケットの場合にはサービスタイプ (Type of Service) フィールドであり、A T Mセルの場合にはC L P (Cell Loss Priority) ビットである。尚、以下では、簡単のために優先度は2段階（高優先度/低優先度）として説明するが、I Pパケットでは更に細かい優先度を与えることもできる。また、高優先度が割り当てられたパケットを高優先度パケット、低優先度が割り当てられたパケットを低優先度パケットと記述する。

【0007】帯域保証を行うベストエフォート系のサービスに対して、従来のシェーピング装置を適用すると、全パケットを高優先度で送信することになる。保証帯域を超えた高優先度パケットは、U P C機能によって優先度が下げられるが、このとき、上記の重要パケット・非重要パケットを考慮せずに、高優先度パケット・低優先度パケットを決定するため、重要なtelnetが低優先度パケットになったり、さほど重要でないWebのパケットが高優先度パケットになったりすることもあり、これはユーザにとって望ましい優先度の割り当てではない。シェーピング装置内で、重要パケットを高優先度パ

ケットに、非重要パケットを低優先度パケットに割り当てることは容易であるが、高優先度パケットの送信帯域が保証帯域以下になるようにシェーピングを行わないと、U P Cで無作為に優先度が下げられることになるので、これもユーザにとって望ましい優先度の割り当てではない。また、重要パケットのトラヒック量が少ない場合には保証帯域をできないが、主な課金の対象は保証帯域分であるので保証帯域を有効に使い切ることが重要である。

10 【0008】本発明の第1の目的は、同一相手先に送信するパケットの内の優先して送信すべきパケットを保証帯域（パケット転送前に契約）で送信し、通信路帯域に余裕があれば、優先パケットの送信帯域と非優先パケットの送信帯域の合計帯域が最大転送帯域（パケット転送前に契約）以下になる様に非優先パケットを送信する様なシェーピング装置を提供することである。

15 【0009】本発明の第2の目的は、上述のユーザにとって望ましい優先度割り当てを行い、更に、さほど重要でないパケットの一部を高優先度パケットとして送信することで保証帯域を有効に利用する様なシェーピング装置を提供することである。

20 【0010】本発明の第3の目的は、A T M網において上位レイヤのパケット単位で帯域保証を行うG F Rサービスに対応したシェーピング装置を提供することである。

25 【0011】

【課題を解決するための手段】上記第1の課題を解決するために、本発明においては、パケット中継装置の回線対応部内のシェーピング部に、ユーザ毎に高優先度パケットを蓄積するためのキュー（以下、優先キュー）と、低優先度パケットを蓄積するためのキュー（以下、非優先キュー）を備える。優先キュー、および非優先キューはおのおの1つであってもよいし、複数のキューが存在してもよい。

30 【0012】また、優先キューに蓄積されている送信待ちパケットの先頭パケットの送信予定時刻は保証帯域を守る様に計算し、非優先キューに蓄積されている送信待ちパケットの先頭パケットの送信予定時刻はすぐに送信される時刻を計算し、優先キュー/非優先キューを含めた送信帯域（最大契約帯域）に対応する送信予定時刻を計算するための送信予定時刻計算回路を備える。更に、優先キューから読出されたパケットには高優先度を与え、非優先キューから読出されたパケットには低優先度を与える優先度情報付与回路を備える。送信予定時刻計算回路と優先度情報付与回路によって、重要パケットを高優先度パケットとして保証帯域で送信することができ、かつ残りの帯域（最大契約帯域-保証帯域）で非重要パケットを低優先度パケットとして送信することができる。

50 【0013】前記送信予定時刻計算回路は、優先キュー

の送信予定時刻を計算する際に、優先キューのキュー長（蓄積パケット数）を参照し、一定量以上のパケットが蓄積されている場合には保証帯域を守らずにすぐに送信される時刻を送信予定時刻として計算してもよい。これにより、シェーピングしている為に優先キューの蓄積パケット数が多くなり、キューから溢れてしまう現象を回避することができる。

【0014】上記第2の課題を解決するために、本発明においては、前記優先度付与回路に、優先キューからパケットを送信すべき時刻になっているのに関わらず優先キューに送信待ちパケットがない場合に、読出された非優先キューの送信待ちパケットに対して高優先度を与える機能を備える。これにより、重要パケットのトラヒック量が少ない場合にも保証帯域をすべて優先パケットとして送信することができ、保障帯域を有効に利用することができる。

【0015】上記第3の課題を解決するために、本発明においては、上位レイヤのパケット最終セル（以下、EOP（End Of Packet）セル）を検出して、EOPセルを送受信した場合にのみ上記IPパケットを送受信した場合の処理を行う機能を備える。これにより、上位レイヤのパケット単位でセルを送受信することができ、GFRサービスに対応したシェーピングを行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】図3に本発明を適用したパケット中継装置の構成図を示す。以下では、パケットはIPパケットとして説明する。IPパケットのフォーマットを図4に示しておく。図3において、パケット中継装置98は、網99-1～99-3に接続されている。パケット中継装置98は、接続されている回線の種類（イーサネット、ATM、フレームリレー等）に対応した回線対応部2-1～2-3、次の転送先を決定するパケット処理部3-1～3-2、および複数のパケット処理部の中継を行うクロスバスイッチ8から構成されている。図3では、1つのパケット処理部3-1に、複数の回線対応部2-1、2-2がバス9によって接続されているが、1つのパケット処理部に1つの回線対応部が接続される構成でもよい。また、図3では複数のパケット処理部3-1、3-2がクロスバスイッチ8によって接続されているが、パケット処理部が1つである様な構成でもよく、この場合クロスバスイッチ8は不要である。

【0017】次に、パケット中継装置98がパケットを受信し、送信先の検索を行い、検索結果の回線に向けてパケットを送信する動作について説明する。私設網99-2から受信されたパケットは、回線対応部2-2、およびバス9を介してパケット処理部3-1内のパケット転送部4へ送られる。パケット転送部4では、受信パケットをパケットバッファ5に一時的に保存するとともに、その転送先IPアドレス（図4ではDestination IP

Address）等のルーティングに必要な情報が書き込まれているヘッダをルート検索部6に通知する。ルート検索部6では、ヘッダ内の転送先アドレスからルーティング情報メモリ7に記憶してあるルーティング先を読出す。

05 ルート検索部6は、読出した結果のルーティング先の情報をパケット転送部4に通知する。パケット転送部4は、パケットバッファ5からパケットを読出し、ルート検索部6から通知されたルーティング先へ読出したパケットを転送する。ルーティング先の検索結果によって、10 パケットはクロスバスイッチ8、他のパケット処理部、バスを介して回線対応部に転送される場合と、直接バス9を介して回線対応部に転送される場合がある。例えば、公衆網99-1に向けて転送する場合は、バス9を介して回線対応部2-1に転送され、公衆網99-1との契約帯域を守るために、パケットはシェーピング装置1によってシェーピングされて、物理レイヤ対応部11を介して、公衆網99-1に送信される（私設網に向けて送信する場合には、一般にシェーピングの必要性は薄い）。

20 【0018】図1に回線対応部2-1内のシェーピング装置1のブロック図を示す。図1において、シェーピング装置1は、パケットを一時的にキューイングしておくパケットバッファ部10、受信したパケットの優先度を判別し、受信パケットをキューイングすべきキューを決定するキューイング先判別回路11、キュー毎の送信予定時刻から各ユーザ毎に最優先で送信すべきキューの送信予定時刻までを2分木構造を用いて記憶し、更にユーザ毎の送信予定時刻から最優先で送信すべきユーザの送信予定時刻までを2分木構造を用いて記憶しておく送信予定時刻記憶回路12、送信予定時刻記憶回路12に記憶してある2分木構造の送信予定時刻を用いて最優先で送信すべきキューを選び出し、結果を再び送信予定時刻記憶回路12に書き戻すルーティング回路17、パケット送信・受信時に該当出力相手先の送信予定時刻を計算し、計算結果の送信予定時刻を送信予定時刻記憶回路12に保存する送信予定時刻計算回路13、および送信予定時刻記憶回路12に記憶されているキュー毎の送信予定時刻に従って、パケットバッファ10からパケットを読出して送信するパケット読出し回路14、送信されるパケットに対して優先度情報（高優先度/低優先度）を付与する優先度情報付与回路15、および現在の時刻を示している時計16より構成される。

【0019】パケットバッファ10は、保証帯域内で送信する優先パケットをキューイングしておく優先キュー100（ユーザ毎に存在し、図1ではユーザ1の優先キューを100-1、ユーザ2の優先キューを100-2と示している）と、保証帯域外で網が空いているときに送信する非優先パケットをキューイングしておく非優先キュー101（図1では優先キューと同様の規則で101-1、101-2と示している）により構成される。

【0020】送信予定時刻計算回路13は、パケット受信時点、あるいはパケット送信時点から直ちにパケットを送信させるための送信予定時刻1300を計算する即出し時刻計算回路130と、保証帯域を超えない様な送信間隔を守るための送信予定時刻1310を計算する帯域保証読出し時刻計算回路131と、送信予定時刻記憶回路12に、前記2つの送信予定時刻1300および1310のいずれかを書込むか、あるいはいずれも書込まないか、を選択する選択回路132、および最大契約帯域を超えない様な送信間隔を守るための送信予定時刻を計算する最大帯域読出し回路133から構成される。具体的には、即出し時刻計算回路130では、時計16によって通知される現在時刻1600を用いて、送信予定時刻1300を、

送信予定時刻1300 = 現在時刻 + 1

として計算する。すなわち、他のキューから送信するパケットがない場合には、すぐにパケットが送信される。また、帯域保証読出し時刻計算回路131、および最大帯域読出し時刻計算回路133では、複数のVCの送信予定時刻が競合してゆらぎが生じた様な場合にも平均として契約帯域で送信できる様なアルゴリズムによって、送信予定時刻1310を計算する。例えば、“The ATM Forum TM4.0”等に記載されているリーキーパケットアルゴリズムを用いれば、前述の様なゆらぎを吸収して、平均として契約帯域でパケットを送信することができ

る。

【0021】次に、送信予定時刻記憶回路12の記憶フォーマットを図6に、詳細ブロック図を図7に示す。図6に示す様に、送信予定時刻記憶回路12には、キュー毎に送信予定時刻30、送信予定時刻30が有効であることを示す時刻有効フラグ31、およびキューに送信待ちのパケットが蓄積されていることを示すパケット有効フラグ32が記憶されている。また、図7に示す様に、送信予定時刻記憶回路12は、送信予定時刻に関する情報を記憶するメモリ122、メモリ122の制御信号を生成しメモリ122からのリードデータを各ブロックに送るメモリ制御回路120、およびメモリ122に記憶してある送信予定時刻30が有効な値であるか否かを判断し、時刻有効フラグ31を更新する時刻有効フラグ更新回路121より構成される。

【0022】ここで、時刻有効フラグの意味について説明する。シェーピング時刻を決定している時計16は通常有限ビット数のカウンタとして構成するが、この場合、カウンタのビット数によって決まる一定周期毎に同じ時刻を示すことになる。すなわち、メモリ122内に、ある送信予定時刻を記憶していても、その時刻が正しい送信予定時刻を示しているのか、カウンタが1周以上回ってしまった不正な（過去になり過ぎている）時刻を示しているのか、を決定することができない。これを区別するのが時刻有効フラグ31である。時刻有効フラ

グ31は、送信予定時刻30が正しい時刻を示しているときに‘1’、カウンタが1周以上回ってしまった不正な時刻を示しているときに‘0’となるフラグである。

【0023】以上に示した構成のシェーピング装置1を用いて、パケット転送部4からバス9を介して受信したパケットを回線に向けて送信するまでの動作を説明する。

【0024】また、ソーティング回路17は、従来技術1に示されているソーティング方法と同様のソーティングを行う。

【0025】（1）パケット受信動作

ここでのパケット受信動作とは、シェーピング装置1が、バス9を介してパケット転送部4からパケットを受信したときの動作のことを示している。シェーピング装置1がパケットを受信すると、まず最初にキューイング先判別回路11において、受信セルを優先キュー100にキューイングするか、非優先キュー101にキューイングするか、を決定する。キューの決定は、例えばIPパケットの場合は、受信パケットのヘッダ中にあるサービスタイプ、パケット長、プロトコル種別、SIP (Source IP Address)、DIP (Destination IP Address)等の情報（図4の網掛けで示したフィールドの情報）を用いて行なわれる。キューイング先のキューが決定されると、受信パケットはパケットバッファ10にキューイングされる。キューイングと同時にどのキューにキューイングされたかを示す信号1100が送信予定時刻計算回路13に向けて送られる。送信予定時刻計算回路13は、送信予定時刻記憶回路12に記憶している受信パケットをキューイングしたキューに関する送信予定時刻30、時刻有効フラグ31、およびパケット有効フラグ32を読出す。

【0026】送信予定時刻計算回路13内の選択回路132の動作規則を図5に示し、受信時のフロー図を図9に示す。パケット有効フラグ=1のときは（図9ステップ50）、既に1個以上のパケットがキューイングされており、その最初の送信待ちパケットに対する送信予定時刻が計算されているということであるから、送信予定時刻の更新はしない。パケット有効フラグ=0、かつ時刻有効フラグ=0のときは（図9ステップ51）、空のキューに受信パケットをキューイングし、かつ記憶していた送信予定時刻は十分に時間が経過しているために無効なものになっているので送信予定時刻を更新する必要がある。パケット有効フラグ=0、かつ時刻有効フラグ=1のときは、記憶していた送信予定時刻は有効な時刻である。記憶していた送信予定時刻が現在時刻と比較して未来にある場合には（図9ステップ52）、シェーピング間隔が狭くなるのを防ぐために送信予定時刻を更新してはいけませんが、記憶していた送信予定時刻が現在時刻と同時刻、あるいは現在時刻と比較して過去にある場合には、既にシェーピング間隔以上の間隔が空いてお

り、即出しをしてもシェーピング間隔を守ることができるので、送信予定時刻の更新を行う。パケット受信時の送信予定時刻の更新は、すべて即出しをさせるためのものであるから、送信予定時刻の更新を行うときには常に即出し時刻計算回路130で計算された送信予定時刻1300を送信予定時刻記憶回路12の送信予定時刻領域30に上書きする(図9ステップ53)。また、該当キューはパケットを受信したのであるから、パケット有効フラグ32は常に1にセットする。更に、ユーザ毎の送信予定時刻も全く同様の規則により変更する。

【0027】前述の様に、送信予定時刻記憶回路12には最優先で送信すべきキューの送信予定時刻も記憶されているが、パケット受信により、送信予定時刻30、およびパケット有効フラグ32が更新されたため、最優先で送信すべきキューが変化した可能性がある。そこで、更新された情報を基にソーティング回路17でソーティングを行い、最優先で送信すべきキューを選び直す。

【0028】(2)パケット送信動作
ここでのパケット送信動作とは、シェーピング装置1から、回線に向けてパケットを送信する動作のことを示している。パケット送信は、パケット受信とは非同期に行なわれる。図1において、パケット読出し回路14は、送信予定時刻記憶回路12に記憶してある最優先で送信すべきユーザの送信予定時刻30、時刻有効フラグ31、パケット有効フラグ32を読出す。該ユーザが送信可能と判定されるのは、パケット有効フラグ32=1、かつ時刻有効フラグ31=1、かつ送信予定時刻30 ≤ 現在時刻(送信予定時刻30が過去または現在)のときのみである。それ以外の場合は、最優先で送信すべきキューのパケットでさえ送信できないのであるから、すべてのキューのパケットが送信できない。最優先で送信されるべきユーザのパケットが送信されるときは、次に該ユーザの中で最優先で送信すべきユーザの送信予定時刻30、時刻有効フラグ31、パケット有効フラグ32を読出す。パケットが読出されるのは、パケット有効フラグ32=1、かつ時刻有効フラグ31=1、かつ送信予定時刻30 ≤ 現在時刻(送信予定時刻30が過去または現在)のときのみである。それ以外の場合は、従って、どのキューからもパケットを送信しない。同一ユーザの優先キューと非優先キューが、共に読出し可能な状態になっているときは、必ず優先キューのパケットを送信する(完全優先制御)。

【0029】パケット読出し回路14によってパケットバッファ10から読出されたパケットは、優先度情報付与回路15に転送されて優先度情報が付与される。優先度情報とは、IPパケットの場合はサービスタイプフィールド(図4のType of Service)であり、ATMセルの場合はCLPビットのことを示している。優先度情報付与回路15は、優先キュー100から読出したパケットは高優先度、非優先キュー101から読出したパケッ

トは低優先度を付与し、回線に向けてパケットを送信する。

【0030】パケットを送信したとき、同じキューにキューイングされている次のパケットのために送信予定時刻30を更新する。パケット送信時に送信したキューの種別を示す信号1400が送信予定時刻計算回路13に向けて送られる。送信予定時刻計算回路13内の選択回路132の動作規則を図5に示し、送信時のフロー図を図10に示す。送信したパケットが優先キューから読出されたパケットであった場合、保証帯域を守るために帯域保証読出し時刻計算回路131の計算結果1310を選択する(図10ステップ54-1)。非優先キューのパケットを送信した場合には、即出しをすればよいので即出し時刻計算回路130の計算結果1300を選択する(図10ステップ54-2)。選択された送信予定時刻は、送信予定時刻記憶回路12の送信予定時刻領域30に上書きされる。同時に、ユーザ毎の送信予定時刻も更新し、上書きする。

【0031】更に、パケットを送信したことによりパケットを読出したキューが空になった(キュー長=0)ときには、パケット有効フラグ=0として送信予定時刻記憶回路12に記憶する。パケットを送信してもキューが空にならなかった(キュー長>0)ときには、送信予定時刻記憶回路12のパケット有効フラグ32は更新しない(パケット有効フラグ=1)。また、時刻有効フラグは、“1”の状態から更新しない。

【0032】(3)時刻有効フラグ更新動作
本発明では図8に示す様な構造の時計を使用する。有限ビット数の時計89のある値(時刻)が現在時刻80であり、一定の速度でカウントアップされている(時計方向に進んでいる)。カウントアップの速度は、送信先回線の帯域に依存している。現在時刻80が既に過ぎた領域が過去領域81であり、まだ現在時刻80が達していない領域が未来領域82である。現在時刻80ではない、過去領域81と未来領域82の接点に不確定領域83を設けておく。不確定領域83は、過去でも未来でもない領域であり、現在時刻から常に一定の距離(時間差)にある。

【0033】不確定領域83を設けておかないと、ある時刻に過去であった送信予定時刻が、時刻が1進んだだけで未来の時刻になってしまい、正しいシェーピングを行うことができなくなる、という不都合が生じる。そこで、メモリ122に記憶してある送信予定時刻30が更新されずに過去領域81の時刻になり、更に時間が進み不確定領域83の時刻になったとき、時刻有効フラグを‘0’にする。

【0034】送信予定時刻記憶回路12内の時刻有効フラグ更新回路121の動作を図11のフロー図を用いて説明する。時刻有効フラグ更新回路121では、まずキュー毎の送信予定時刻30、時刻有効フラグ31、およ

びバケット有効フラグ32をメモリ122から読出す(図11ステップ55)。読出した時刻有効フラグ31=0であるときは、既に送信予定時刻30は無効なものと判断されているので、すべての情報を更新しない(図11ステップ56)。時刻有効フラグ31=1、かつ送信予定時刻30が不確定領域93にないときは、まだ送信予定時刻30は有効であるので、この場合もすべての情報を更新しない(図11ステップ57)。時刻有効フラグ31=1、送信予定時刻30が不確定領域93にあり、かつバケット有効フラグ32=1のときには、まだ送信待ちのバケットが存在しているので時刻有効フラグを0にはいけない。そこでこの場合は、送信予定時刻を過去領域内で現在時刻から最も離れた時刻(図9の94)に更新して書き戻し、時刻有効フラグ、バケット有効フラグは共に1のまま更新しないでメモリ122に書き戻す(図11ステップ58-1、59)。時刻有効フラグ31=1、送信予定時刻30が不確定領域93にあり、かつバケット有効フラグ32=0のときには、送信待ちバケットのバケットは存在していないので、送信予定時刻、バケット有効フラグは更新せずに書き戻し、時刻有効フラグを0に更新してメモリ122に書き戻す(図11ステップ58-2、59)。

【0035】次に、時刻の更新のタイミングについて説明する。あるキューが不確定領域93内で1回も更新されなかった場合、時刻有効フラグ=1のまま送信予定時刻が未来領域に入ってしまうために、不確定領域83を設けていない場合と同様に正しいシェーピングを行うことができなくなる。以上の理由により、不確定領域内にすべてのキューに対して上記の時刻有効フラグ更新動作を1回以上行う必要がある。これは、不確定領域の時間幅以下の周期で送信予定時刻の更新を行えば容易に実現できる。

【0036】図1では、各ユーザ毎に優先キュー100、および非優先キュー101共に1つずつ存在する場合の例を示したが、各ユーザ毎に複数の優先キュー、複数の非優先キューを備えてもよい。キューの数が多くなれば、例えば同じ電子メールのトラフィックでもユーザAの電子メールをユーザBの電子メールよりも優先して転送するといった、より細かな優先制御を行うことができる。優先キューが複数個存在する場合には、保証帯域は複数の優先キューの送信帯域の合計になる様にリーキーバケットアルゴリズムのパラメータを設定しなければならない。また、非優先キューが複数個存在する場合には、各非優先キュー間の優先制御は、上位キューにバケットが存在すれば必ず優先される完全優先制御、あるいは設定した比率(例えば2:1)で上位キューと下位キューのバケットを送信する重み付き順廻優先制御(Weighted Round Robin)等を用いることができる。

【0037】以上に述べたシェーピング装置の実施例では、優先バケットに対しては最低保証帯域でシェーピン

グしているため、入力帯域の方が大きければ、キューが溢れてバケットが廃棄されることがある。これを防ぐために、キューが溢れそうな場合には最低保証帯域を守らずに最大限にバケットを送信する機能を付加してもよい。図1に示したシェーピング装置では、優先バケットを送信すると、帯域保証読出し時刻計算回路131の計算結果を次のバケットの送信予定時刻としていたが、このときに、優先キューのキュー長を参照し、キュー長によって選択条件を修正することで、上記機能を容易に実現することができる。すなわち、優先キューのキュー長が、予め設定しておいた閾値よりも小さい場合には、通常通り帯域保証読出し時刻計算回路131の計算結果を次のバケットの送信予定時刻とし、優先キューのキュー長が、前記閾値よりも大きい場合には、即出し時刻計算回路130の計算結果を次のバケットの送信予定時刻とする様に、選択回路132の条件を修正するだけでよい。保証帯域を超える帯域分の優先度情報は、低優先度で送信しておけば網側のUPCで廃棄されることはない。

【0038】また、優先バケットの入力帯域が小さければ、高優先度で送信されるバケットの送信帯域が保証帯域を下回ることになり、課金の主な対象となることが多い保証帯域を有効利用することができない。この場合は、優先キューの送信予定時刻になっても優先キューに送信待ちバケットが存在しない場合には、バケット読出し回路14は非優先キューからバケットを読み出し、優先度情報付与回路15では高優先度を付与する機能を付加することで保証帯域を有効利用することができる。

【0039】以上に説明したシェーピング部1を備えたパケット中継装置98から公衆網99-1に向けて送信されるバケットの様子を図12に示す。図12の上半分は送信されるバケットの時間間隔を示しており、横軸を時間軸としている。また、下半分には各時間の送信帯域の変化を示している。各ユーザは、常時、最低保証帯域と最大契約帯域の間の帯域でバケットを送信している(領域1)。同時にバケットを送信するユーザが増加し、送信帯域が小さくなっても最低保証帯域を下回ることはない(領域2)。また、同時にバケットを送信するユーザが減少すると、送信帯域を最大契約帯域まで増加させることができる(領域3)。いずれの場合も高優先度バケットは、他に送信しているユーザ数に依存せず、常に一定の帯域でバケットを送信することができ、低優先度バケットは通信路の帯域に余裕がある場合にのみ、その空き帯域で送信することができる。

【0040】第2の実施例として、ATMセルを用いたGFR用シェーピング装置について説明する。図13にGFR用シェーピング装置をブロック図を示す。ATMセルは53バイトの固定長バケットであり、1個以上のセルが集まって上位レイヤのバケットを構成するが、同一VC内の異なるバケットが混在すると受信端末側でバ

ケットの区切りを識別できない。従って、セル読出し回路 74 に同一上位バケットのセルを連続して読出し、送信する機能を備える。また、キューイング先判別回路 71 は、受信 ATM セルのヘッダ内の VPI、VCI、CLP を参照して受信セルをキューイングするキューを決定する。上位バケットの最終セルの識別は、セルヘッダ内のペイロードタイプ (3 ビット) によって行うことができる。ペイロードタイプが、“000” または “010” のときに先頭・中間セル、“001” または “011” のときに最終セルである。それ以外の値はセルが管理用セル (OAM セル・RM セル) であることを示している。

【0041】IP バケットの送受信動作とは、以下の点が異なる。ATM 上位レイヤのバケットを受信すると、まず SAR (Segmentation And Reassembly) 78 においてバケットを 48 バイト毎に分割し、5 バイトの ATM ヘッダを付加して ATM セルを構成し、ATM セルはキューイング先判別回路 71 に転送される。キューイング先判別回路 71 が、上位バケットの先頭・中間セルを受けた場合には送信予定時刻、時刻有効フラグ、およびバケット有効フラグの更新は行なわず、上位バケットの最終セルを受信した場合にのみ送信予定時刻、時刻有効フラグおよびバケット有効フラグの更新を行う。最終セル受信時の処理は IP バケットの規則と同じである (図 14 参照)。

【0042】次に、セル送信時の相違点を示す。帯域保証は上位バケットに対して行わなければならないので、上述の様に、上位バケットの先頭・中間セルを送信した場合は連続してセルを読出す必要がある。従って、この場合には、セルを送信したキューが優先キュー/非優先キューによらず、セル読出し回路 74 は、送信予定時刻計算回路 73 内の選択回路 732 において即出時刻計算回路 730 の計算結果 7300 が送信予定時刻として選択される様な指示 7400 を出す。一方、上位バケットの最終セルを送信した場合には、IP バケット送信時と同じ規則で送信予定時刻を選択する (図 14 参照)。

【0043】以上の様に、本発明の IP バケット用シェーピング装置 1 の送信予定時刻計算回路内の選択回路の条件に、最終セルと先頭・中間セルによる条件を付加するだけで、容易に GFR 用シェーピング装置を構成することができる。

【0044】

【発明の効果】以上に述べた様に、本発明によれば、重要バケットを高優先度バケットとして保証帯域で送信することができ、重要バケット間に空き時間がある場合には非重要バケットを低優先度バケットとして隙間なく送信できるシェーピング装置を提供することができる。従って、網が空いているときには最大帯域でバケットを転送することができ、網が混雑しているときにでも重要バ

ケットを保証帯域で転送することができ、通信路の帯域を有効に利用することができる。更に、重要バケットのトラヒック量が少ない場合には非重要バケットを高優先度バケットとして送信することができ、保障帯域を最大限に利用することができる。

【0045】また、本発明によれば、ATM において上位レイヤのバケット単位で UPC を行う GFR サービスに対するシェーピング装置も構成することができ、網が空いているときには最大帯域で上位レイヤのバケットを転送することができ、網が混雑しているときにでも上位レイヤの優先バケットを保証帯域で転送することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用したトラヒックシェーピング装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図 2】公衆網を介した企業ネットワークの接続図である。

【図 3】バケット中継装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図 4】IP バケットのフォーマットを示す図である。

【図 5】送信予定時刻計算回路 13 内の選択回路 132 の選択規則を示したテーブルである。

【図 6】送信予定時刻記憶回路 12 内のメモリ 122 の記憶フォーマットを示す図である。

【図 7】送信予定時刻記憶回路 12 の詳細ブロック図である。

【図 8】有限ビット数のカウンタを用いて構成したシェーピング用時計の概念図である。

【図 9】バケット受信時の送信予定時刻を決めるためのフロー図である。

【図 10】バケット送信時の送信予定時刻を決めるためのフロー図である。

【図 11】時刻優先フラグ更新のためのフロー図である。

【図 12】シェーピング装置 1 の送信帯域と送信されるバケットの例を示した概念図である。

【図 13】本発明を適用した GFR 用トラヒックシェーピング装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

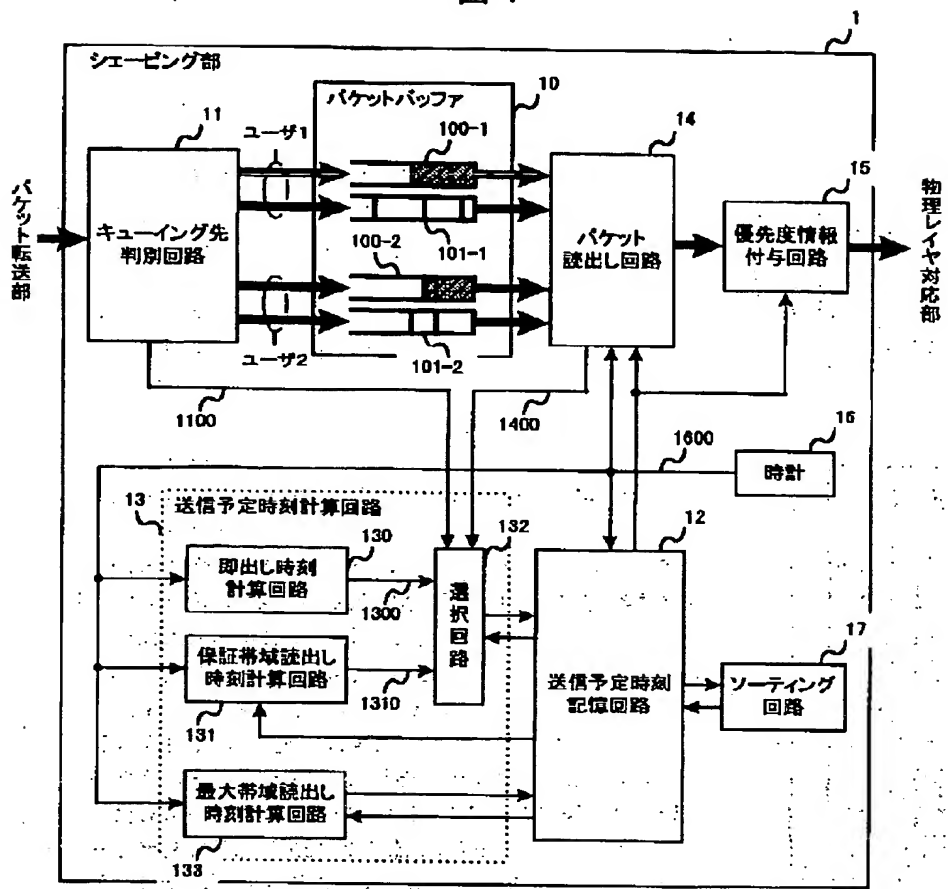
【図 14】送信予定時刻計算回路 73 内の選択回路 732 の選択規則を示したテーブルである。

【符号の説明】

1, 7... シェーピング装置、10... バケットバッファ、100, 700... 優先キュー、101, 701... 非優先キュー、11, 71... キューイング先判別回路、12, 72... 送信予定時刻記憶回路、13, 73... 送信予定時刻計算回路、14... バケット読出し回路、15, 75... 優先度情報付与回路、16... 時計、17, 77... ソーティング回路、70... セルバッファ、74... セル読出し回路、78... SAR。

【図1】

図 1



→ : パケットの流れ
→ : 制御信号の流れ

【図5】

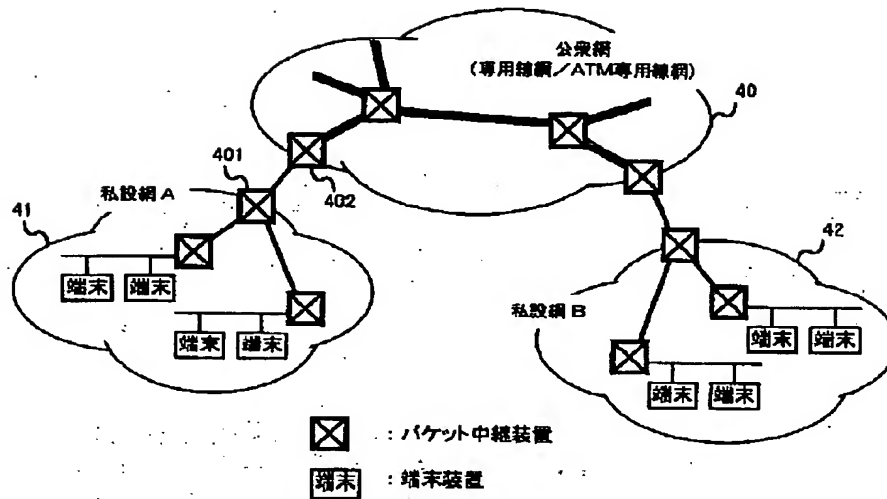
図 5

タイミング	キュー種別	リードデータ			ライトデータ		
		パケット有効フラグ	時刻有効フラグ	送信予定時刻	パケット有効フラグ	時刻有効フラグ	送信予定時刻
パケット受信時	dc	0	0	d.o.	1	1	時刻1300
			1	過去・現在	1	1	時刻1300
				未来	1	1	更新しない
		1	d.o.	d.o.	1	1	更新しない
パケット送信時	優先	1	d.o.	d.o.	0 or 1	1	時刻1301
	非優先	1	d.o.	d.o.	0 or 1	1	時刻1300

d.o. = don't care

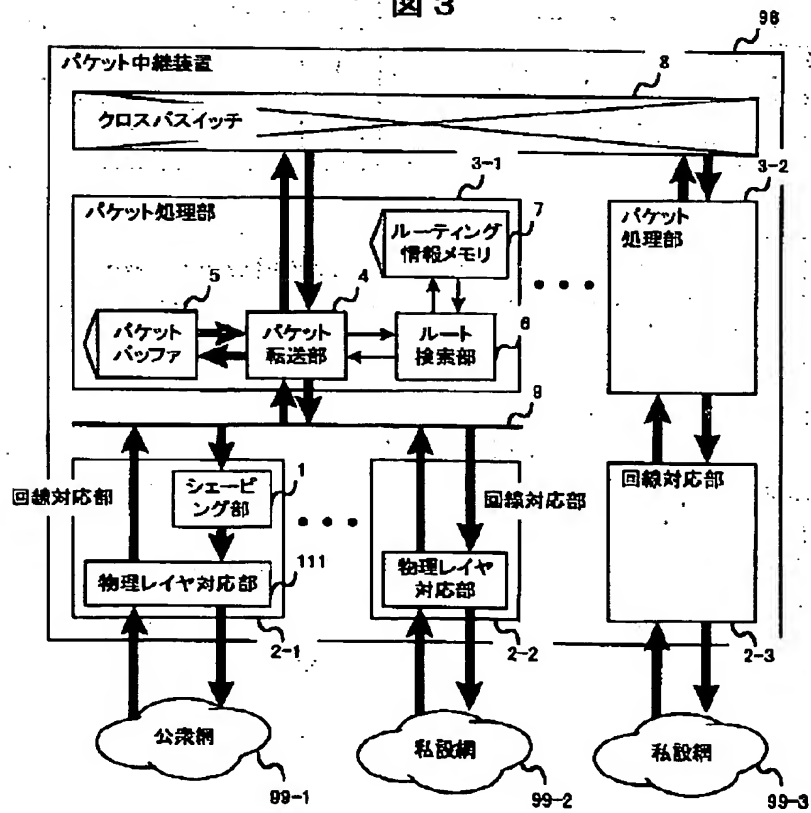
【図2】

図 2



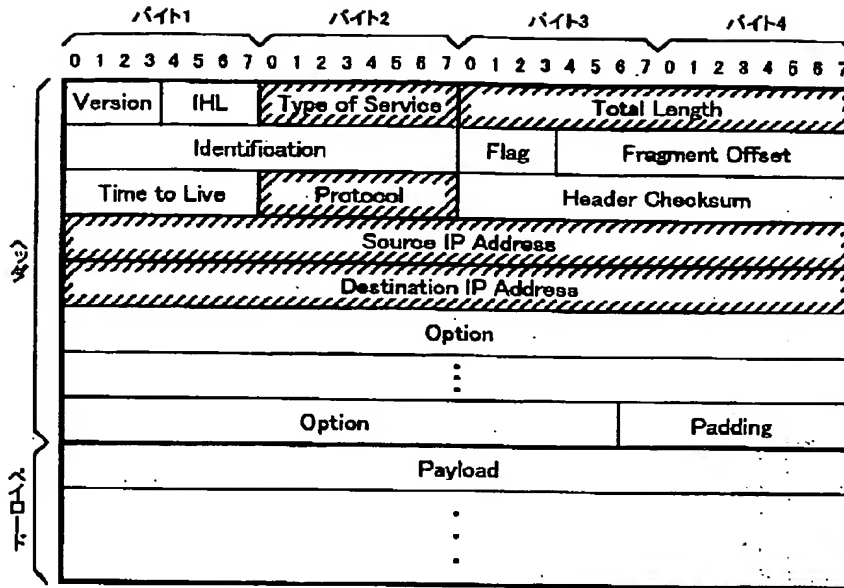
【図3】

図 3



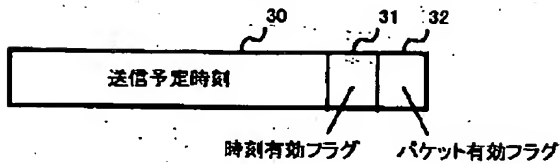
【図4】

図4



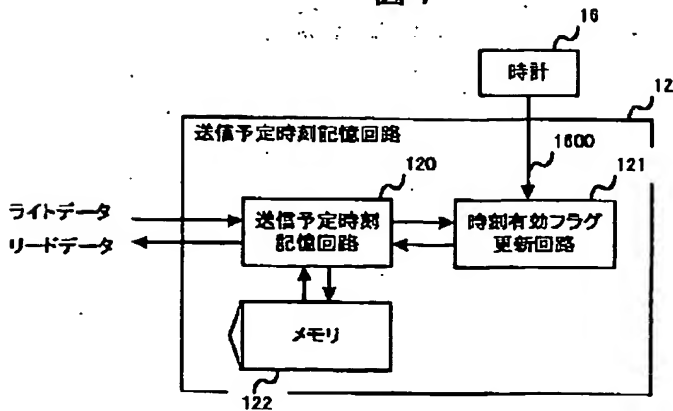
【図6】

図6



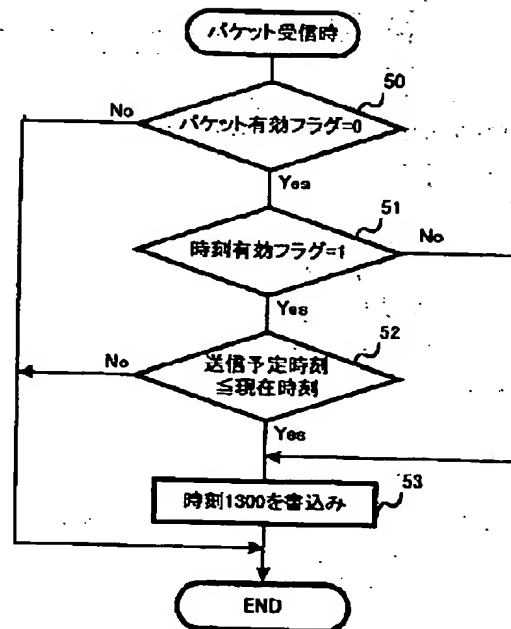
【図7】

図7



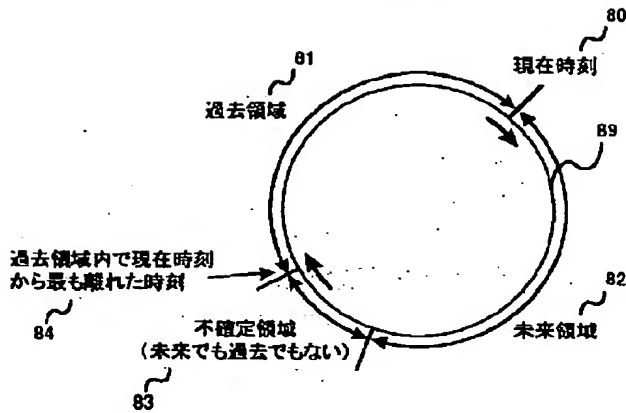
【図9】

図9



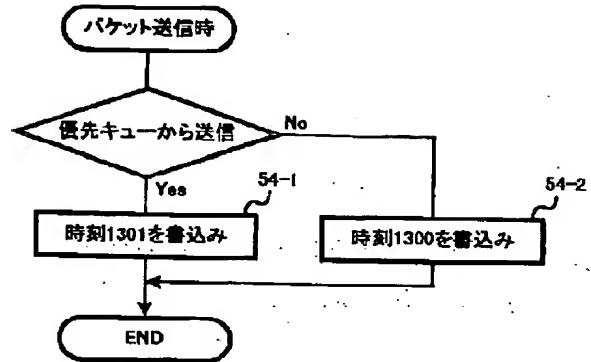
【図8】

図8



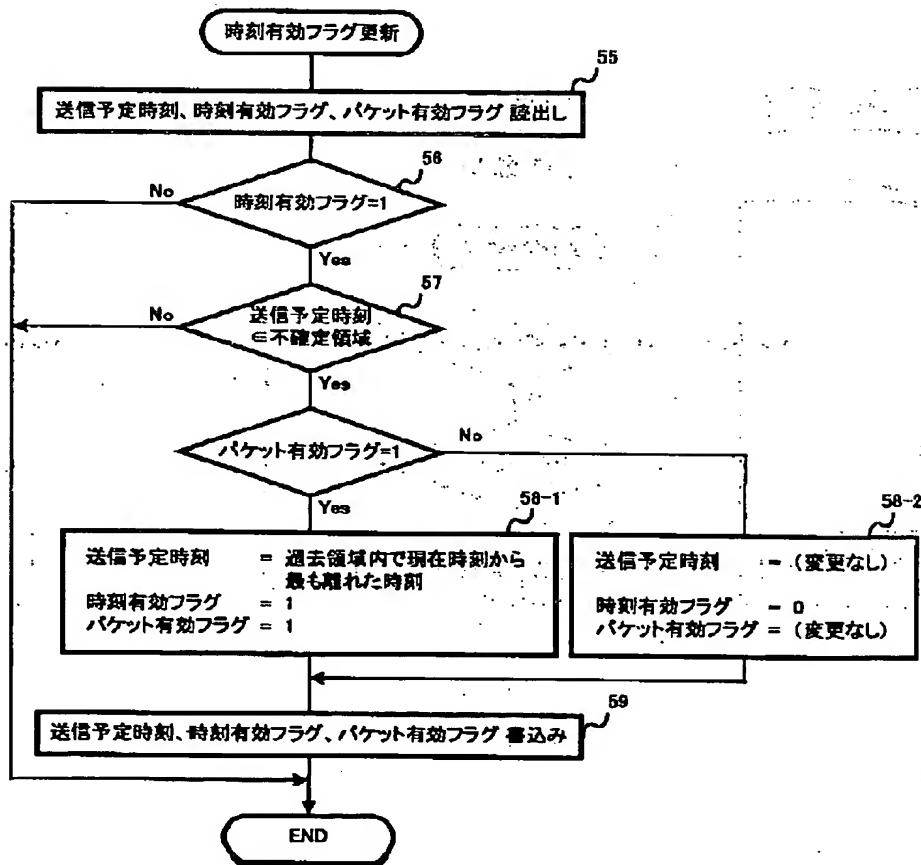
【図10】

図10



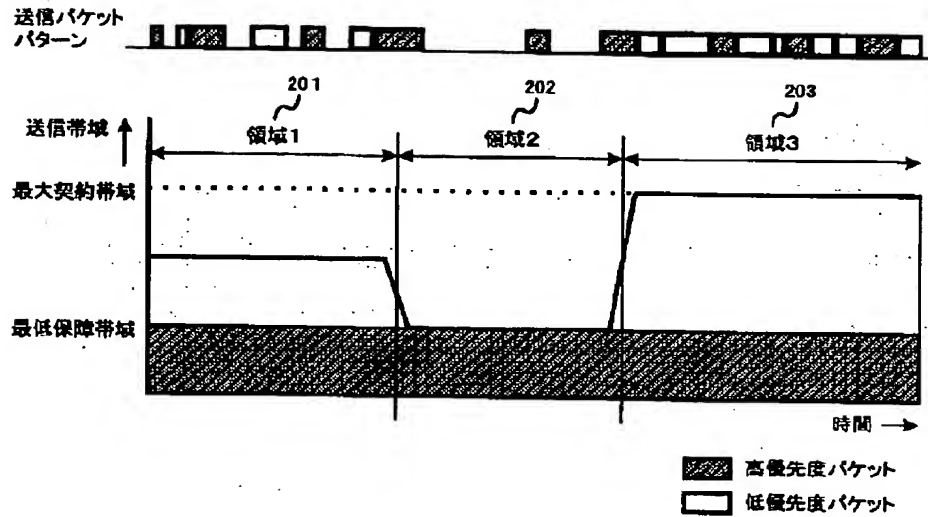
【図11】

図11



【図12】

図 12



【図14】

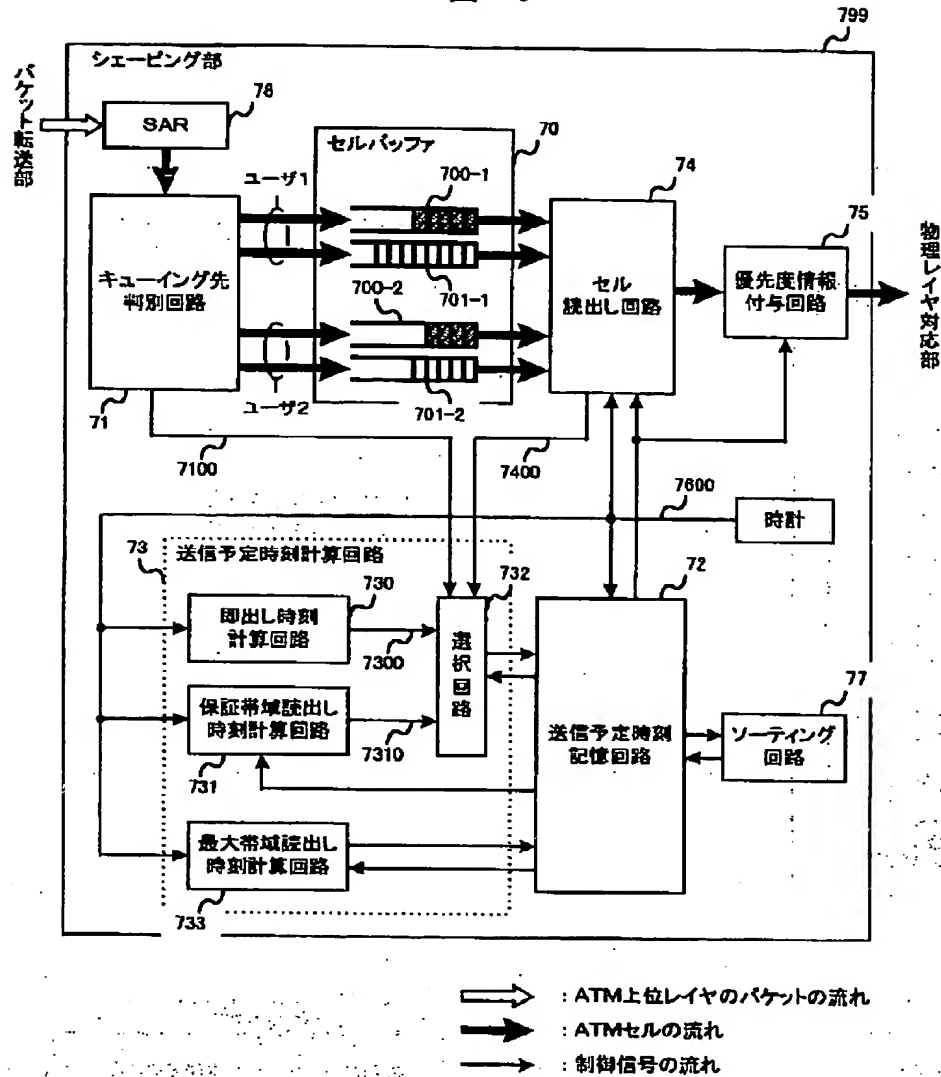
図 14

タイミング	セル種	キュー種別	リードデータ			ライトデータ		
			パケット有効フラグ	時刻有効フラグ	送信予定時刻	パケット有効フラグ	時刻有効フラグ	送信予定時刻
セル受信時	最終	d.c.	0	0	d.c.	1	1	時刻7300
				1	過去・現在	1	1	時刻7300
					未来	1	1	更新しない
			1	d.c.	d.c.	1	1	更新しない
	非最終	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	更新しない		
セル送信時	最終	優先	1	d.c.	d.c.	0 or 1	1	時刻7301
		非優先	1	d.c.	d.c.	0 or 1	1	時刻7300
	非最終	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	更新しない		

d.c. = don't care

【図13】

図 13



フロントページの続き

(72)発明者 阪田 善彦
 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日
 立製作所エンタープライズサーバ事業部内

Fターム(参考) 5K030 GA03 HA08 HB13 HB14 HB17
 KA03 KA04 LC02 LC08 LD18
 LE05 LE17 MA13 MB15